

## **Caractéristiques de croissance, ponte et efficacité alimentaire associées au gène $s^{al}$ (albinos lié au sexe) chez la poule domestique**

P. MÉRAT, A. BORDAS et G. COQUERELLE

*INRA, Laboratoire de Génétique factorielle  
Centre de Recherches zootechniques, F 78350 Jouy-en-Josas*

### **Résumé**

Les performances de croissance, de ponte et l'efficacité alimentaire de poules albinos (gène  $s^{al}$  lié au sexe) ont été comparées à celles de leurs sœurs ou demi-sœurs pigmentées : S (plumage « argenté ») dans une première expérience en 1982 ;  $s^+$  (plumage « doré ») dans une seconde série en 1983. Par rapport aux types pigmentés, le type albinos s'accompagne d'une croissance, d'un poids corporel adulte, d'un poids moyen de l'œuf et d'une consommation alimentaire un peu inférieurs, et d'une maturité sexuelle retardée de quelques jours. La consommation alimentaire « résiduelle » ne diffère pas pour les poules albinos et non albinos. Le nombre d'œufs, la masse d'œufs produite en 28 jours et le pourcentage d'œufs cassés ne sont significativement modifiés au détriment du gène  $s^{al}$  que dans l'une des 2 comparaisons, de même que l'indice de consommation pour la ponte. Les résultats sont rapprochés de ceux obtenus antérieurement pour des gènes supprimant la pigmentation du plumage chez la poule, et pour le gène albinos lié au sexe chez la caille japonaise.

*Mots clés : Gène lié au sexe, albinos, poule, croissance, ponte, efficacité alimentaire.*

### **Summary**

*Growth, egg production and feed efficiency traits associated with the  $s^{al}$  gene (sex-linked albino) in the domestic fowl*

Growth, egg production and feed efficiency traits of albino hens (sex-linked  $s^{al}$  gene) were compared with those of their pigmented full- or half-sisters : S (silver plumage) in a first trial in 1982 ;  $s^+$  (gold plumage) in a second trial in 1983. In comparison with the pigmented types, the albino type is associated with slightly lower growth rate, adult body weight, mean egg weight and food consumption, and sexual maturity is retarded by a few days. Residual feed consumption does not differ for albino and non-albino hens. Egg number, egg mass per 28 d., percent cracked eggs are significantly modified to the disadvantage of the  $s^{al}$  gene in one of the two comparisons, as also is feed efficiency for egg production. The results are compared with those obtained formerly for genes suppressing plumage colour in the fowl, and for the sex-linked albino gene of the Japanese quail.

*Key words : Sex-linked gene, albino, domestic fowl, growth rate, egg production, feed efficiency.*

## I. Introduction

Certaines différences de performances associées à des génotypes de coloration du plumage ont été trouvées chez la poule. Les résultats concernant la croissance ont été passés en revue par SMYTH (1969) et MÉRAT (1970). Plusieurs auteurs ont observé un léger avantage pondéral en présence d'un plumage coloré (C<sup>+</sup>c) comparé au blanc récessif (c c), et de même au locus I (« blanc dominant »). D'autres suggèrent une tendance analogue pour la présence de phénomélanines dans le plumage (s<sup>+</sup>) comparée à son absence (S). Au stade adulte, nous avons montré (MÉRAT, 1972 ; MÉRAT *et al.*, 1979) que les poules colorées (C<sup>+</sup>c) avaient un poids corporel significativement plus élevé que celui des poules à plumage blanc (c c), la tendance étant analogue mais non significative pour les génotypes colorés i<sup>+</sup>i<sup>+</sup> et s<sup>+</sup> comparés respectivement à I i<sup>+</sup> (suppression du noir) à S (suppression des mélanines rouges). La consommation alimentaire ajustée pour le poids corporel et la ponte était légèrement inférieure pour les poules c c comparées aux poules C<sup>+</sup>c et pour les poules I i<sup>+</sup> comparées aux poules i<sup>+</sup>i<sup>+</sup>. Pour les génotypes c c et I i<sup>+</sup> ainsi que pour S comparé à s<sup>+</sup>, la détérioration du plumage en cages était moins marquée que pour le génotype permettant la coloration. Enfin, Fox & SMYTH (1982 et 1984) ont retrouvé un effet dépressif de l'allèle c sur la croissance précoce ainsi qu'un léger effet sur le poids de l'œuf.

Il paraissait intéressant d'obtenir des comparaisons similaires pour la dépigmentation complète caractérisant le type albinos. Nous avons commencé cette recherche dans une autre espèce, la caille, avec le gène albinos lié au sexe (MÉRAT *et al.*, 1981). A la suite de ces résultats qui seront comparés plus loin avec ceux du présent article, nous avons entrepris une comparaison semblable à partir du gène albinos lié au sexe (s<sup>al</sup>) chez la poule. Le présent article en expose les premiers résultats.

## II. Matériel et méthodes

### A. Croisements ; génotypes comparés

Le gène s<sup>al</sup> nous a été fourni par le D<sup>r</sup> R.G. SOMES, University of Connecticut, Storrs, U.S.A. A partir d'un envoi d'œufs à couvrir d'une population expérimentale de cette université éclos le 12-11-1979, des mâles s<sup>al</sup>s<sup>al</sup> ont été obtenus et croisés ultérieurement avec des femelles S (Argenté lié au sexe, allèle de s<sup>al</sup>) de notre troupeau.

En 1982, des femelles d'une lignée *Rhode Island* du laboratoire (de génotype « doré lié au sexe » s<sup>+</sup>) ont été inséminées par un mélange du sperme de 8 descendants de l'un de ces mâles, du génotype S s<sup>al</sup>. A partir d'une éclosion le 10-2-1982 correspondant à la ponte de 3 semaines, respectivement 78 filles à plumage argenté (S) et 76 albinos (s<sup>al</sup>) ont été comparées pour leurs performances de ponte.

La moitié des mâles issus de cette éclosion étaient de génotype s<sup>+</sup>s<sup>al</sup>. Neuf d'entre eux ont été croisés en pedigree à l'automne 1982 avec 65 poules s<sup>+</sup> d'une autre population du laboratoire. Parmi les filles, écloses le 13-10-1982, 60 par génotype

TABLEAU I

Performances comparées des poules albinos (*sel*) avec des poules pigmentées respectivement *S* et *s*<sup>+</sup>.  
 Performances of albino (*sel*) compared with pigmented hens, respectively *S* and *s*<sup>+</sup>.

Variable	Comparaison I			Comparaison II			Signification de la différence
	Valeur moyenne		Signification de la différence	Valeur moyenne		Signification de la différence	
	S (N = 78)	<i>sel</i> (N = 76)		<i>s</i> <sup>+</sup> (N = 49)	<i>sel</i> (N = 53) (1)		
Poids à 1 jour (g) .....			40,2	40,4			
Poids à 2 semaines (g) .....			250	229		***	
Poids à 8 semaines (g) .....			716	672		***	
Poids à 18 semaines (g) .....	1 620	1 528	1 793	1 763			
Age au 1 <sup>er</sup> œuf (jours) .....	163,2	168,4	151,3	154,3			
Nombre d'œufs jusqu'à 39 s. ....	100,8	89,5	114,4	112,1			
Poids moyen des œufs à 39 s. (g)	52,6	51,0	56,4	54,3		*	
Œufs cassés (p. 100) .....	8,7	8,8	11,3	17,0		*	
Coquille (p. 100) .....	8,8	9,1	9,1	8,9			
Rapport poids jaune/poids albumen (p. 100) .....	46,0	46,5	40,2	40,7			
Œufs mous (p. 100) .....	0,8	0,4	2,7	2,6			
Longueur barbillons (mm) .....			28,4	23,5		***	
Température rectale (°C) .....			40,24	40,29			
<i>Variables mesurées sur une période de 28 j. (g) :</i>							
Poids corporel moyen (P) .....	1 944	1 819	2 094	2 050		***	
Variation de poids ( $\Delta P$ ) .....	-19	-2	+23	-19			
Masse d'œufs (E) .....	1 161	1 032	1 227	1 186		**	
Consommation alimentaire (O) ..	3 112	2 927	3 546	3 419		**	
Consommation résiduelle (R) .....	-17	+18	+21	-19			
Indice de consommation (O/E) ..	2,68	2,84	2,89	2,88			

\* \*\* \*\*\* : Différence significative respectivement au seuil 5, 1 et 0,1 p. 100.

(1) Les poids de 1 j à 18 s dans cette série portent sur des effectifs plus importants : 136 et 106 respectivement pour *s*<sup>+</sup> et *sel*.

ont été gardées, dont respectivement 49 s<sup>+</sup> et 53 s<sup>al</sup> ont pu être comparées pour les performances de ponte au printemps 1983.

Aucun des oiseaux non albinos, respectivement à plumage argenté et doré dans le premier et le second croisement, n'était porteur ni du gène I (blanc dominant), ni du gène c (blanc récessif) ; tous avaient donc une pigmentation noire d'extension variable.

### B. Conditions d'élevage et mesures

Dans chaque expérience, les poussins étaient élevés au sol, avec 10 h d'éclairage journalier, et recevaient *ad libitum* un aliment à 18 p. 100 de protéines totales et 2 800 kcal/kg d'énergie métabolisable. Les poulettes étaient transférées en cages individuelles à l'âge de 18 semaines. Elles recevaient alors une ration « pondeuses » avec approximativement 16 p. 100 de protéines totales, 2 520 kcal/kg E.M. et 3,5 p. 100 de calcium. La durée d'éclairage journalier était élevée progressivement jusqu'à atteindre 14 h à l'âge de 20 semaines. L'éclairage complétait le jour naturel, et l'intensité lumineuse était relativement élevée, de l'ordre de 300 lux en moyenne (lampes assurant 5 W/m<sup>2</sup> complémentées par la lumière du jour).

A la définition des mesures figurant au tableau 1, on peut ajouter les précisions suivantes :

— par oiseau, pendant 28 jours, de 7 à 8 mois d'âge (1<sup>re</sup> expérience) et pendant 3 périodes de même durée entre 7 et 10 mois d'âge, la moyenne de ces 3 périodes étant prise en compte (2<sup>e</sup> expérience), la consommation alimentaire (O), le poids corporel moyen (P), sa variation en 28 jours ( $\Delta P$ ) et la masse d'œufs pondus (E) étaient enregistrés. La consommation théorique T était déduite d'une équation de régression multiple, du type décrit par BYERLY (1941) et d'autres :

$$T = a P^a + b \Delta P + c E + T_0 \quad (T_0 = \text{terme constant})$$

La valeur 0,5 était prise pour l'exposant de P. Une équation unique était établie pour les 2 génotypes comparés, en l'absence d'hétérogénéité significative entre génotypes pour les coefficients de P,  $\Delta P$  et E. La différence entre la consommation observée (O) et théorique (T) de chaque individu est sa consommation « résiduelle » (R).

Les équations obtenues sont respectivement :

- pour la première comparaison (S / s<sup>al</sup>) :

$$T = 87,7 P^{0,5} + 2,2 \Delta P + 0,89 E - 1 749$$

- pour la seconde (s<sup>+</sup>/s<sup>al</sup>) :

$$T = 45,2 P^{0,5} + 1,9 \Delta P + 1,31 E - 187$$

— Les autres caractères sont définis comme suit : nombre d'œufs de l'entrée en ponte à 39 semaines d'âge ; poids moyen des œufs entre 37 et 39 semaines ; pourcentages d'œufs cassés ou fêlés entre les âges de 8 et 9 mois (1<sup>re</sup> série) ou sur toute la période de contrôle de ponte (2<sup>e</sup> série) ; à 9 mois sont mesurés le pourcentage de coquille et du jaune par rapport à l'albumen sur 2 œufs par poule,

et dans la seconde comparaison la longueur des barbillons et la température rectale, notée entre 9 et 11 h le matin.

— La mortalité a été enregistrée pour la seconde expérience et est indiquée dans le texte (partie « résultats »). Pour la première expérience, la mortalité était faible et n'a pas été notée par génotype.

### C. Analyses statistiques

Dans chaque série expérimentale, la valeur moyenne des génotypes est comparée pour chaque caractère par un test t. Pour les poids de 1 jour à 12 semaines dans la seconde série, les effectifs correspondaient à un échantillon plus important (respectivement 136 ♀ s<sup>+</sup> et 106 ♀ s<sup>al</sup>) que celui contrôlé par la suite.

## III. Résultats et discussion

La mortalité après 18 semaines, notée par génotype en 1983, était de 8 ♀ albinos sur 60 et de 10 ♀ colorés sur 60 mises en cages (différence non significative :  $\chi^2$  corrigé = 0,07 ; P > 0,50).

Le tableau 1 présente les comparaisons, respectivement entre poules S et s<sup>al</sup> (automne 1982) et entre poules s<sup>+</sup> et s<sup>al</sup> (printemps 1983).

Certaines tendances communes aux 2 séries expérimentales apparaissent. Dans les 2 cas, le poids moyen des œufs est significativement réduit en présence du gène s<sup>al</sup>, d'environ 1,5 g dans la première comparaison et 2 g dans la seconde. Il en est de même du poids corporel à 18 et 39 semaines, la réduction associée au gène albinos n'étant toutefois significative que dans la première comparaison (avec l'allèle S). Dans la seconde expérience, la tendance est de même sens, mais une information complémentaire est apportée sur la croissance antérieure : le poids à l'éclosion ne montre pas de différence significative, mais à 2 et 8 semaines, les poulettes albinos sont les plus légères, de façon hautement significative, ce retard de la croissance précoce s'atténuant ensuite en valeur relative. L'âge au premier œuf, d'autre part, apparaît légèrement retardé, dans les 22 comparaisons et de façon significative dans la première, pour les poules albinos.

Certains effets diffèrent d'une expérience à l'autre. Le nombre d'œufs jusqu'à 39 semaines, dans la première, est réduit de façon hautement significative pour les femelles albinos par rapport à leurs sœurs pigmentées, et ce fait, ajouté à la réduction du poids moyen des œufs, explique que la masse totale d'œufs pondus en 28 jours soit sensiblement plus faible pour le premier génotype. Par contre, dans l'expérience de 1983, on n'observe pas de différence significative du nombre d'œufs entre poules albinos et colorées, et la masse d'œufs ne présente pas non plus de différence significative, quoiqu'elle soit légèrement inférieure pour les albinos. La consommation alimentaire (O) montre les mêmes tendances : significativement plus faible pour les poules albinos que pour les normales dans la première expérience, légèrement mais non significativement inférieure dans la seconde comparaison, ces différences reflétant celles existant dans le poids corporel et la masse d'œufs. Par contre, dans

aucun cas la consommation « résiduelle » ne présente d'écart significatif entre génotypes non plus que la variation de poids corporel en 28 jours. En conséquence, l'indice de consommation (rapport de la consommation alimentaire à la masse d'œufs produite) apparaît sensiblement égal pour les 2 génotypes dans le second essai, mais meilleur pour les poules pigmentées dans le premier. Le pourcentage d'œufs cassés présente une différence à l'avantage des poules non albinos, mais seulement dans la comparaison de 1983. La température rectale, mesurée seulement dans la seconde expérience, ne montre aucune différence entre génotypes. Par contre, la longueur des barbillons est diminuée en présence du gène  $s^{al}$ .

Nous n'avons pas d'interprétation de la différence présentée par le génotype albinos entre les 2 expériences quant au nombre d'œufs et aux critères qui lui sont liés. Il ne s'agit pas d'une différence de performance associée aux allèles S et  $s^+$ , jamais observée auparavant (MÉRAT, 1972 ; MÉRAT *et al.*, 1979). On peut penser à une interaction entre allèles au locus S et contexte génétique ou environnement, mais les 2 expériences ne différaient pour aucun facteur identifié. On peut seulement conclure que le génotype albinos n'a pas nécessairement une ponte inférieure aux types pigmentés, mais qu'il est vraisemblablement plus sensible à des facteurs qui restent à préciser.

Il est intéressant de rapprocher les effets associés au gène  $s^{al}$  chez la poule avec des résultats analogues concernant la caille (MÉRAT *et al.*, 1981). Comme chez la poule, le gène albinos chez la caille *Japonaise* s'accompagne d'une réduction du poids jusqu'à l'âge adulte et du poids moyen des œufs. Dans les 2 espèces, la réduction de poids concerne essentiellement la croissance précoce et diminue avec l'âge en valeur relative : chez la poule, 8,4 p. 100 par rapport au type pigmenté à 2 semaines, puis respectivement 6,1 p. 100, 1,7 p. 100 et 2,1 p. 100 à 8, 18 semaines et au stade adulte. Chez la caille, dans l'article cité, le nombre d'œufs n'est pas modifié par l'albinisme, comme dans notre seconde expérience sur poules mais contrairement à la première. Par contre, dans des données récentes (non publiées) les cailles albinos avaient un nombre d'œufs significativement réduit par rapport aux sauvages. L'âge au premier œuf n'est pas changé, alors que chez la poule il est légèrement retardé ; inversement, la consommation « résiduelle » (à ponte et à poids corporel fixés), inchangée par le gène  $s^{al}$  de la poule, est significativement abaissée par le gène albinos chez la caille. Enfin, dans les premiers jours suivant l'éclosion des cailleteaux, une mortalité élevée se manifeste chez les albinos ; malgré l'absence d'un enregistrement précis de la mortalité précoce dans le présent travail, aucune mortalité anormale des poussins, albinos ou non, n'est apparue.

Les effets associés à des gènes supprimant la pigmentation du plumage chez la poule sans entraîner un albinisme (blanc dominant et récessif, argenté lié au sexe) ont été décrits (MÉRAT *et al.*, 1979). Ces gènes ont en commun avec le facteur albinos une réduction limitée mais significative du poids corporel des pondeuses. Par contre, ils tendent à réduire la consommation alimentaire « résiduelle », ce qui n'est pas le cas pour  $s^{al}$  dans nos 2 expériences. Ils s'accompagnent d'un meilleur état du plumage pour les pondeuses en cages ; sur ce point, nous n'avons pu obtenir de résultats probants concernant le gène  $s^{al}$ , car dans les cages individuelles utilisées, la détérioration du plumage par usure ou picage n'était pas sensible après 6 mois de ponte.

Il est difficile d'interpréter pour l'instant les effets associés au gène albinos lié au sexe sur les caractères de ponte, le poids et la consommation alimentaire. On pourrait penser à une altération de la vision modifiant le comportement alimen-

taire et abaissant la consommation. Un handicap des poussins porteurs de gène  $s^{al}$  du point de vue visuel a été suggéré (CHAMPION, 1958 ; WERRETT *et al.*, 1959) mais MUELLER & HUTT (1941) et HUTT & COLE (1973) ne sont pas de cette opinion. D'autre part, on ne peut affirmer si la réduction de consommation alimentaire est ou non la cause directe de l'effet dépressif sur le poids corporel et le poids des œufs ; par ailleurs la température interne inchangée ne suggère pas une diminution de l'intensité du métabolisme. Chez la caille albinos, WEIDNER *et al.* (1985) notent une modification anatomique du système neuro-sensoriel optique ; les effets sur la vision ne sont pas indiqués. Une autre indication chez la caille est la moindre activité des albinos mesurée en openfield (MÉRAT *et al.*, 1981), puis en cages individuelles à partir de 2 observations par jour, sur 25 jours. Dans ce dernier cas, les albinos avaient un temps de présence à la mangeoire et une fréquence de la position « debout » plus faibles que les oiseaux pigmentés (données non publiées).

Comme l'ont souligné HUTT & COLE (1973), le gène  $s^{al}$  peut être utilisé dans certains cas pour le sexage des poussins à l'éclosion. Les données présentées ici montrent qu'il peut avoir quelques désavantages : réduction du poids de l'œuf, modérée il est vrai, et éventuellement de la ponte et de l'efficacité alimentaire. Cependant, sur ces 2 points le désavantage n'apparaît pas régulier et il peut dépendre de facteurs du contexte génétique ou de l'environnement, dont il serait nécessaire de préciser la nature. D'autres données préliminaires (non publiées) nous suggèrent qu'un abaissement de l'intensité lumineuse peut être relativement favorable au génotype  $s^{al}$ . Des recherches complémentaires sont projetées dans ce sens.

*Reçu le 14 novembre 1985.*

*Accepté le 20 février 1986.*

### Remerciements

Nous sommes très reconnaissants au D<sup>r</sup> R.G. SOMES, University of Connecticut, Storrs, U.S.A., de l'envoi d'œufs fertiles avec la mutation albinos lié au sexe.

### Références bibliographiques

- BYERLY T.C., 1941. Feeds and other costs of producing market eggs. Univ. of Maryland. Exp. Sta. Bul. n° A1.
- CHAMPION L.R., 1958. The inheritance of imperfect albinism in the fowl. *Quart. Bull. Michigan Agric. Exp. Sta.*, **41**, 237-245.
- FOX T.W., SMYTH J.R. Jr., 1982. Further studies on the effect of the recessive white genotype on early growth rate and body size. *Poult. Sci.*, **61**, 1585-1589.
- FOX T.W., SMYTH J.R. Jr., 1984. The effect of recessive white and dominant white genotypes on early growth rate. *Poult. Sci.*, **63**, 102 (abstr.).
- HUTT F.B., COLE R.K., 1973. Identification of sex in chicks by the way of the gene  $s^{al}$ . *Poult. Sci.*, **52**, 2044 (Abstr.).

- MÉRAT P., 1970. Mendelian genetics and selection for quantitative traits in poultry : results and perspectives. *World's Poult. Sci. J.*, **26**, 571-586.
- MÉRAT P., 1972. Gènes à effet visible : relation avec la ponte, le poids des œufs et le poids des poules adultes. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **4**, 555-560.
- MÉRAT P., BORDAS A., COQUERELLE G., 1979. The relationship of several genes suppressing plumage colour with body weight, food intake and feather loss of laying hens. *Brit. Poult. Sci.*, **20**, 587-594.
- MÉRAT P., BORDAS A., JONON F., PERRAMON A., 1981. Effets quantitatifs associés au gène albinos lié au sexe chez la caille japonaise. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **13**, 75-92.
- MUELLER C.D., HUTT F.B., 1941. Genetics of the fowl. 12. Sex-linked imperfect albinism. *J. Hered.*, **32**, 71-80.
- SMYTH J.R., 1969. Relationship between genes affecting melanin pigmentation and other traits in the fowl. *World's Poult. Sci. J.*, **25**, 6-14.
- WEIDNER C., REPERANT J., HABY M., KIRPITCHNIKOVA Elisabeth, 1985. La projection rétinienne ipsilatérale chez la caille sauvage et le mutant albinos. *C.R. Acad. Sci.*, **300**, 581-586.
- WERRETT W.F., CANDY A.J., KING J.O.F., SHEPPARD P.F., 1959. Semi-albino : a third sex-linked allelomorph of Silver and Gold in the fowl. *Nature*, **184**, 480-482.